JAXA's
015［ジャクサス］
宇宙航空研究開発機構機関誌
H-ⅡA
NIPPON

015 宇宙航空研究開発機構機関誌

いよいよ9月にH-ⅡAロケット13号機が打ち上げられます。H-ⅡAによる初の月周回衛星の打ち上げであり、また初の民間移管による打ち上げでもあります。今回の打ち上げへのJAXAの関わり方について河内山治朗理事に話してもらいました。愛称も決まった「かぐや」は、皆さまから寄せられた41万件余りの名前とメッセージをのせて月に向かいます。その託されたメッセージをご紹介します。赤外線天文衛星「あかり」が1年間、地球のまわりを回りながら撮りためた画像をつないだ宇宙全図。雄大な宇宙の広がりを味わうことができます。準天頂衛星システムの寺田弘慈プロマネと大気球観測センターの吉田哲也教授、若きふたりのプロジェクトにかける意気込みもじっくりとお読みください。

INTRODUCTION

contents

表紙：河内山治朗　宇宙基幹システム本部長・理事
photo：Yuichi Akiyama

初の民間移管で行われる H-ⅡAロケット 13号機の打ち上げ

H-ⅡAロケットの打ち上げが、この9月に行われる13号機から民間の三菱重工業株式会社へ移管されます。これまでJAXAが行っていた打ち上げ業務について、どのように分担されるのか、これからの宇宙開発にどのような影響があるのかを、打ち上げを担当する宇宙基幹システム本部長である河内山治朗理事に聞きました。

(インタビュア・「JAXA's」編集委員 寺門和夫)

H-ⅡAロケット11号機の打ち上げ(2006年12月)

JAXAの役割は「安全監理」打ち上げの執行は民間が実施

寺門 まもなくH-ⅡAロケット13号機によって月周回衛星「かぐや」が打ち上げられます。今回からH-ⅡAロケットの打ち上げは民間に移管されることになりました。具体的には三菱重工業が担当するわけですが、まず民間移管の意味についてお話しください。

河内山 基本的には民間でできることは民間にやっていただこうということなのです。民間に技術の移転を行って、それを民間が事業化する。民間の活力を利用して全体の効率を上げようということです。民間とJAXAにはそれぞれ役割があり、その役割に沿ってそれぞれの立場で効率化を図り、全体を効率化するというのが基本的な考え方です。民間への移管は平成14年の科学技術総合会議において方針が出されたわけですが、宇宙開発事業団の時代から、H-ⅡAロケットについてはこういうことを念頭に置いて開発してきたのです。

寺門 打ち上げに関してのJAXAの役割というのは、どのよ

河内山治朗理事。H-ⅡBロケットの模型と共に

うになるのでしょうか。

河内山　ＪＡＸＡの役割は安全監理ということです。飛行安全の確保、地上安全の確保、それから打ち上げ時の総合指揮です。Ｈ－ⅡＡの打ち上げは民間側が行います。これを打ち上げの執行と言っていますが、ＪＡＸＡはその執行を安全的な面でしっかり見ていきます。

信頼性向上のため ロケットの 改善・改良は一緒に

寺門　今後、種子島宇宙センターはどうなっていくのでしょうか。

河内山　これまでの打ち上げでは、飛行安全の確保のために打上隊という臨時組織がつくられて、東京から種子島に人が行くという形になっていました。これからは安全監理業務を中心に行う打ち上げ管制隊を従来と同様に組織するのですが、将来は種子島宇宙センターで安全監理作業がすべてできるようにしたいと思っています。

寺門　これからは三菱重工業も打ち上げコストを下げるなどの努力をしながら、海外の衛星の打ち上げなども受注することになりますね。

河内山　営業活動に関しては、三菱重工業の自主的な活動としてぜひ自立してやっていただきたいと思っています。

寺門　その場合も種子島の射場を使うわけですが、打ち上げの安全監理はＪＡＸＡ側ですることになりますか。

河内山　同じですね。役割分担は変わりません。

寺門　民間の活力で衛星打ち上げを事業化するとなると、衛星が間違いなく打ち上がる「信頼性」が課題となりますね。

河内山　日常的な信頼性の確保は三菱重工業で行いますが、開発にからむ改善・改良点、たとえば今で言うとＳＲＢ－Ａ（固体ロケットブースター）をもっとよくするとか、ＬＥ－７Ａエンジンのポンプを改善するとか、ＬＥ－５Ｂの燃焼振動を小さくしていくというのは、ＪＡＸＡ側の開発から出てきている課題ですので、それは三菱重工業と一緒になってＪＡＸＡ側として責任をもってやっていきます。

寺門　今後、いろいろな改良点や改善点が出てきたりした場合には、どのようにして解決していきますか。

河内山　直接的な提案は三菱重工業から来ます。それをＪＡＸＡが受けて、一緒になって考えていきます。当然、先ほど言いました安全監理とか信頼性の観点からもっとよくした方がいいのではないかという点がありましたら、ＪＡＸＡ側からも提案して、合意の上で改善を行っていくという形になると思います。

Ｈ－ⅡＢなど 次の輸送系の柱を いかにつくるかが 当面の課題

寺門　ＪＡＸＡとしては今後、ロケットの研究開発に重点を移していくことになりますか。

河内山　そうですね、打ち上げの作業が移管されますので、ＪＡＸＡとしては研究開発というか、次の輸送系の柱となる事業をいかにつくるか、そこに重点が移ってくると思います。

寺門　当面はＨ－ⅡＢということですか。

河内山　そうですね。Ｈ－ⅡＢについては全体的な責任がまだＪＡＸＡ側にありますが、試験機を打ち上げた後、同じように技術移転や技術移管を行うという方針になっています。

寺門　Ｈ－ⅡＢの次の輸送系の開発もこれから立ち上げていかなくてはなりませんね。

河内山　はい。Ｈ－ⅡＡ、Ｈ－ⅡＢの後、これらのロケットの発展形態を含め、どういう具合にロケットの能力を向上させていくかを考えていくというのは重要です。

寺門　とすると、打ち上げ作業の移管というのは、ＪＡＸＡにとって大きな意味がありますね。

河内山　基本的にはリソースの配

6月末、三菱重工業 名古屋航空宇宙システム製作所で公開されたH-ⅡAロケット13号機の第1段機体。

7月2日、種子島へ到着したH-ⅡAロケット13号機の第1段機体

H-ⅡAロケット13号機（H2A2022型）
（提供：三菱重工業株式会社）

分をどうするかというところで、打ち上げと研究開発がもう少しバランスよく進まないといけません。特に輸送系の開発というのは10年、20年という息の長い仕事です。そのバランスをよくしていくという意味で、民間でできることは民間にしていただいて、JAXAはJAXAとしてやるべきことをやる。両者の協力関係をきちんとつくることで、ロケットを発展させていくというのが重要です。

打ち上げ業務だけでなく研究開発の活性化も重要

寺門　一方、三菱重工業はロケットの製造から打ち上げまでを一貫して自分のところで行うことになるわけです。こういった実力を日本の民間企業がもつということは、日本の宇宙産業にとって大きな意味合いをもってくると思うのですが。

河内山　はい、非常に大きな意味がありますね。企業の活動として自立していただく。それが将来的には日本の宇宙産業形成への第一歩だと思います。もう1つ大事なのは、ロケットの打ち上げを行うだけでは技術力の維持はできても、その発展というのはないのです。現状を維持するということですから。さっきも申しましたけれども、車輪のもう1つの輪である研究開発を活性化することが重要です。その両方のバランスがあって初めて健全な宇宙開発というか輸送系ロケットの発展があるわけです。そういう意味で今回は1つのよいきっかけで、全体をもっと活性化していきたいと考えています。

寺門　理事のお考えになる日本のロケット技術の進むべき道についてお話しください。

河内山　ロケットというのは、ある地点からある地点に「物」や「人」を運ぶものです。有人とか無人とか、そういう区別なく、安全確実に運ぶということを、経済活動として自立できるようにするというのが夢です。「ロケットに乗ってアメリカに行こう」というのが好きなのですが、たとえばJALのような日本の航空会社のマークが付いてないとダメなんですね。つまり、冒険ではなくて、公共の輸送手段として成り立つような技術をつくりたい。そこでいちばん重要なのは何かというと、やはり信頼性なんですね。99.9%とかいう数字ではなくて、物事の本質を徹底的に追求して最後にほとんど落ちないものができてくるのです。そういう真実を探求するという努力をずっと続けていくというのが非常に大切です。

「真剣だと知恵が出る。中途半端だと愚痴が出る。いいかげんだと言い訳が出る」

これは井口雅一・前宇宙開発委員会委員長の言われた言葉ですが、夢の実現に向かってもっとも必要なものは、永遠に持続する信頼性向上の志であると思っています。

寺門　ありがとうございました。

H-ⅡAロケット打ち上げサービスにおける打ち上げ実施体制

従来

打ち上げ実施責任者（JAXA）

ロケット主任、射場主任、飛行安全主任、射場安全主任、警備主任、[衛星主任]、企画主任、総務主任、渉外主任、情報連絡主任

※[衛星主任]は、JAXAミッションの時のみ配置

民間移管後

打ち上げ安全監理責任者（JAXA）
飛行安全主任、保安主任、企画管理主任

← 作業完了の報告
→ 安全確保の観点からの打ち上げ執行可否判断

打ち上げ執行責任者（三菱重工業）
ミッション・マネージャ、打ち上げチーム長

まもなく打ち上げられる月周回衛星「かぐや」の
ペーパークラフトをつくってみませんか。
このペーパークラフトは、
本誌の編集委員でもある
宇宙科学研究本部対外協力室教授の
阪本成一さんが設計したものです。

「かぐや」のペーパークラフトをつくってみよう!

4本の月レーダーサウンダーを付けたフルスペックバージョン

宇宙科学研究本部 対外協力室の阪本成一教授

きっかけはALMA計画の広報ツール

阪本さんは今年4月にJAXAに赴任しましたが、その前は国立天文台でALMA(アタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計)計画にたずさわっていました。標高5000mのチリ、アタカマ高原に全部で80基の電波望遠鏡を設置し、宇宙初期の銀河の誕生や惑星の形成現場などを観測しようというのがALMA計画です。このALMA計画の広報ツールとして阪本さんが考えたのが、ALMA計画で使われる電波望遠鏡のペーパークラフトでした。阪本さんのペーパークラフトはアンテナの向きを変えたりできる可動部分があるのが特長で、とても人気がありました。

「天文台では全部で9種類くらい手がけましたが、JAXAに来たので、今度は人工衛星シリーズかなと考え、まず『かぐや』をつくってみることにしました」と阪本さん。

設計のコツは何を見せたいか考えること

できあがった「かぐや」のペーパークラフトには、阪本さんオリジナルの工夫が随所に。ハイゲインアンテナはもちろん動き、太陽電池パドルは展開可能。月磁場観測装置の長いマストも伸び、2個の子衛星も分離できるようになっています。

「設計のコツは、まず、何を見せたいかを考えること。省略するところは省略して、技術の勘どころのようなものは残す。それから、やはり動くところがあると面白いですね」

縮尺は50分の1。宇宙科学研究本部にはH-IIAの50分の1模型が展示されており、これのフェアリングに収めることもできるので、打ち上げの説明などに好都合とのこと。ふだんはフェアリングとほぼ同サイズのペットボトルに入れていつも持ち歩いています。

「記者の方に説明する時も、こういう模型があると、よくわかってもらえます」

ペーパークラフトの型紙をつくるのは根気のいる仕事で、実際の図面を参考にしながら起こしていきます。カッターの入れ方が楽になるようなレイアウトの工夫もします。型紙が完成したら、今度はつくり方の説明書を図解入りでつくらなければなりません。多忙な阪本さんですが、次のターゲットは、やはり「はやぶさ」でしょうか。

※阪本さんが設計した「かぐや」ペーパークラフトは、
次のウェブサイトから入手できます。
http://www.selene.jaxa.jp/

H-IIAの50分の1模型にちょうど収まる大きさ

月周回衛星「セレーネ」に搭載するため、広く一般から名前とメッセージを募集する「月に願いを!」キャンペーンが、昨年12月から3か月間にわたり実施された。

このキャンペーンの目的を文字にすると「月への関心を高め、セレーネやJAXAを広く知ってもらう機会とする」(宇宙開発委員会報告より)という生硬な表現になってしまうのはしょうがない。だが、幸いにもそうしたお役所的な思惑を超え、キャンペーンは世の中に受け入れられたようである。

そう感じさせてくれたのは、7月10日のJAXAシンポジウムの会場で配布された小冊子だった。

このシンポジウムの今年のテーマは月探査と宇宙食。「探る宇宙・食べる宇宙」とタイトル設定はやや強引なものだったが、たいへんな盛況ぶりで、来場の皆さんも満足されていた様子だ(次ページ記事参照)。その会場で初お目見えとなったのが、先のキャンペーンで寄せられた41万余の名前とメッセージをもとに作った小冊子『月に願いを—「かぐや」が届ける、みんなのメッセージ』だったのである。

A5版16ページの限られたスペースなので、もちろん41万件すべてが記されているわけではない。しかしほんの一部のメッセージを読んだだけでも、今回のキャンペーンに応募された皆さんのそれぞれが、この機会を心の中にある「月」や「願い」を見つめ直すきっかけにしてくれた……、と思えてくるのである。

1メッセージ20文字制限は、衛星への搭載スペースに限りがあることから設けられたもの。だが、その制約(ランプの精霊にだって、せいぜい3つしかお願いができない)があったからこそ、じっくりと「願いに向き合う」ことができたのではなかろうかとさえ思えてくる。

その後「ひらがなの愛称募集」のキャンペーンが行われ「かぐや」と命名されたのは周知のとおり。応募の際にはコメントを書く欄も設けられていたが、そこに書き込まれた命名理由は、そのまま、日本独自の月探査ミッションへの期待や励ましのメッセージとなっていた。

「かぐや」に託されたメッセージ

●月の人(かぐや姫の一族)は不老長寿と言われているので、セレーネが故障もなく、順調に活躍して欲しいと思ったから。(20代、女性)

●今回の衛星の打ち上げは、まさに宇宙を見上げて夢を拡げる日本人に最高の贈り物です。(50代、男性)

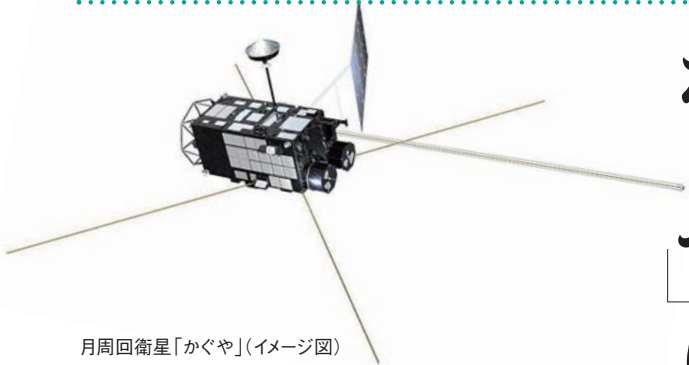
●おばあさんおじいさん(衛星を飛ばすのに関わった方たち)に思われて月に無事に行ってほしいという思いを込めて。(20代、男性)

●おとぎ話のロマンを思い浮かべつつ、道中の無事を願う気持ちを込めて。(60代、男性)

＊

「月の起源と進化を探る」、「軌道投入や軌道制御技術の実証」のために打ち上げられる「かぐや」。ミッションの成否はその部分で判断されるものだが、非公式かつ情緒的に過ぎる表現をあえて使わせてもらうなら、すでに「かぐや」は一定の成功を収めている。

これほど多くの人が願いを託し、また託すに足る存在と思ってもらえたからだ。探査機「はやぶさ」の小惑星イトカワへの着陸時に使われた、誘導のためのターゲットマーカーには88万の名前が記されていた。多くの人の月への願いが、ミッションの成功を後押ししてくれる。打ち上げの迫る「かぐや」、あとはその本来の仕事の仕上げをするだけなのだ。

(文・喜多充成)

月周回衛星「かぐや」(イメージ図)

『月に願いを —「かぐや」が届ける、みんなのメッセージ』

加藤學教授による
トークセッション1

JAXAシンポジウム2007開催

**3回目を迎えたJAXAシンポジウムを7月10日、都内で開催しました。
今年のテーマは、「探る宇宙・食べる宇宙」。打ち上げが間近に迫った「かぐや」の月探査計画と、
この6月に認証されたばかり日本の宇宙食を取り上げました。
シンポジウム終了後には、約1000名の来場者全員による宇宙食の試食会も行われ、
たいへんな盛況となりました。**

参加者で埋めつくされた満員の会場

トークセッション1

「かぐや」が解き明かす月の起源と進化

2つのトークセッションは、司会者・エッセイストの楠田枝里子さんをナビゲーターに迎えて行われました。

まず最初は、「『かぐや』が解き明かす月の起源と進化」をテーマに、「かぐや」サイエンス・マネージャの加藤學・宇宙科学研究本部教授が、「かぐや」による月探査計画の全貌と、いまだ解き明かされずにいる月の謎について語りました。

アポロ計画は大きな成果をあげましたが、月については、いまだにわからないことだらけ。月がどのように誕生し、どのような進化の道のりを歩んで今日の姿に至ったのか、そのような基本的なことがらさえも、いまだに謎として残されているのです。

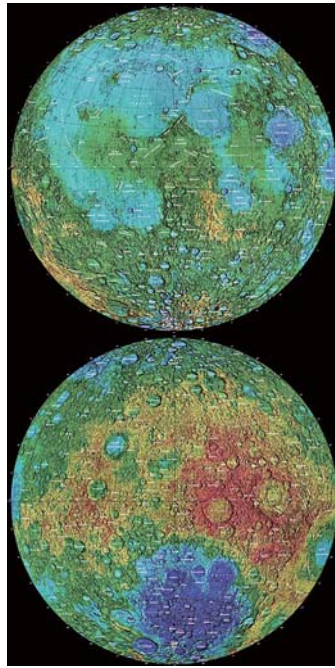
「かぐや」は、2機の子衛星と共に月の極周回軌道を回り、15種類の観測機器を用いて、多角的な月の全球探査を行います。

たとえば、月がどのような物質で形成され、月面にはどんな鉱物が存在するのか、月の地形や地下構造の解明、将来の月面基地建設を視野に入れた月の極地方の水探査や、利用可能な物質の探査も行います。また、月の磁場や重力分布などの詳細な調査も行い、これらの結果を総動員して、月の起源や進化の謎に迫ります。一方では、月から地球のオーロラを観測し、地球に対する太陽活動の影響も詳細に調べます。

さらには、お茶の間に鮮明な月世界や、青く輝く地球の姿をハイビジョン画像で届けるなど、数々のミッションをこなします。

現在、中国やインド、アメリカ、

加藤教授が
説明に使った月の表面・
裏面の高度を示す画像
（提供：USGS）

ロシア、イタリアなど、世界が新たな視点に立った月探査計画を準備しています。「かぐや」はその先陣を切って、間もなく旅立ちます。

トークセッション2
日本の有人宇宙活動は新たなステージへ
～宇宙のくらしと宇宙食～

次のトークセッションでは、有人宇宙環境利用プログラム推進室の福田義也参事が、日本人宇宙飛行士による「きぼう」日本実験棟の組み立てミッションと、彼らを支える宇宙食の開発について話しました。

「きぼう」は、来年から3回に分けてスペースシャトルで国際宇宙ステーションに運ばれ、設置されます。その重要な任務に土井隆雄宇宙飛行士、星出彰彦宇宙飛行士、若田光一宇宙飛行士が当たります。中でも若田宇宙飛行士は、日本人宇宙飛行士として初となる国際宇宙ステーションでの長期滞在（約3か月間）の任務につきます。

このように、日本人宇宙飛行士の活躍の機会が増え、また滞在期間の長期化に伴い、彼らが日々口にする宇宙食のメニューも新たな視点から見直さなければなりません。

宇宙食の技術開発はめざましく、今日ではレストランと見まごうばかりの豊富なメニューが用意されています。これまでの日本人宇宙飛行士のフライトでも、カレーやみそ汁、ラーメンなど、日本人好みの特別食が用意され、彼らの活動を支えてきました。

しかし、これらは正規のメニューではなく、短期飛行に許された「ボーナス食」とよばれる特別食でした。今後は、国際宇宙ステーションへの長期滞在を視野に入れた正規食を提供できるよう、新たな技術開発が強く求められてきました。

ヘルシーな日本食は宇宙飛行士の間でも好評で、去る6月27日、日本の食品メーカーが新たに開発した29種類の日本食が正式に「宇宙日本食」として認証されました。

福田義也参事による
トークセッション2

各食品ブースに人だかり
大盛況の宇宙食試食会

新たな宇宙食が実際に宇宙に飛び立つのに先立って、この日のシンポジウム終了後、参加者全員による宇宙食の試食会が催されました。

宇宙食の味付けは、ふつうの食品よりも若干濃いめです。これは、無重量状態では若干味覚が鈍るための措置です。もちろん、塩分の過剰摂取や栄養バランスの偏りなどがないよう、しっかりと配慮がなされています。

「宇宙カレー」はスパイシーで、地上で食べてもなかなかの美味です。また、「宇宙ラーメン」の製法開発には非常に苦労されたそうで、無重量状態でもスープが飛び散らないよう、あんかけ風にとろみをつけ、麺の表面をタンパク質でコーティングして固まり状に維持。70度くらいのお湯で調理できるよう、数々の工夫が施されています。今回は、新登場のシーフード・ラーメンが供されました。

その他、赤飯やおこわ、卵スープやわかめスープ、ようかん、飴、スポーツ飲料、サンマの蒲焼き、野菜ゼリーなど、各ブースに分かれて盛りだくさんのメニューが並びました。試食した方々も、「ぜひ、通常販売してもらいたい」と賛辞を送るなどおおむね好評でした。日本人宇宙飛行士と共に、宇宙日本食の今後の活躍にも大いに期待したいところです。

上／野口宇宙飛行士のビデオと共に展示された「宇宙ラーメン」
中／懸命に調理する試食ブースのスタッフ
下／JAXAの立川理事長も試食に参加

えた宇宙全図

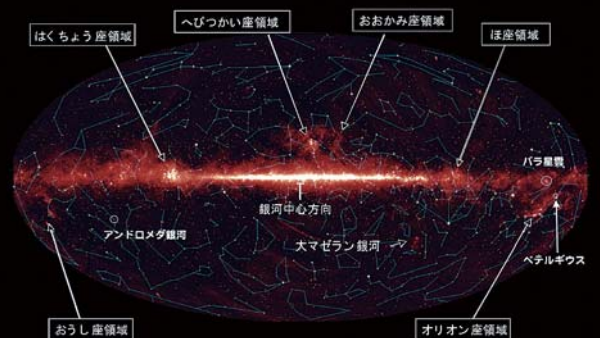
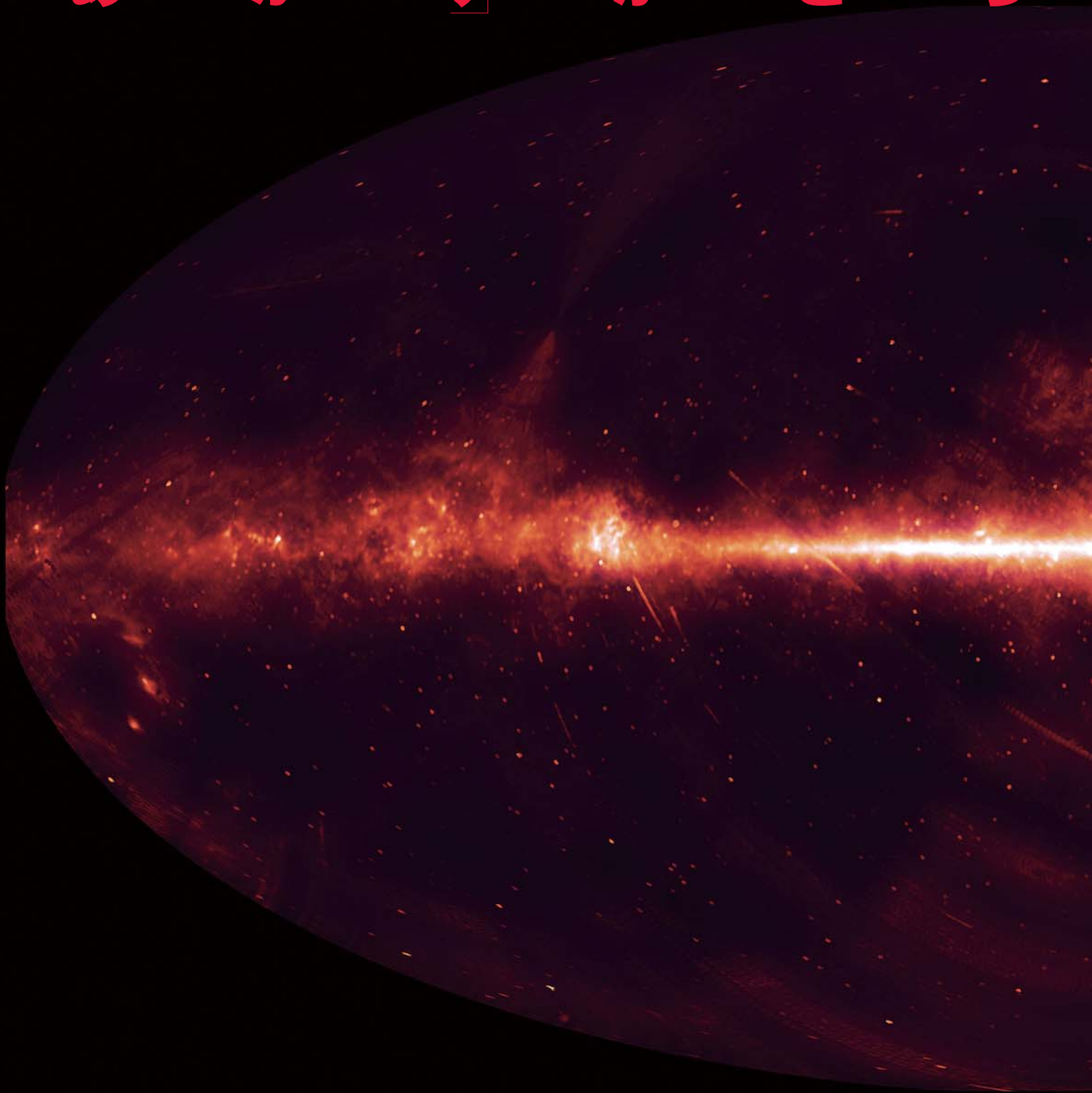
昨年5月からすでに1年以上の間、全天を赤外線で観測している赤外線天文衛星「あかり」。この画像は、その近・中間赤外線カメラが波長9ミクロンでみた宇宙の姿です。

「あかり」は、全天観測による宇宙の赤外線地図づくりのため、6つの波長帯で連続的に天球を走査しています。すでに2回以上観測した天域が全天の90パーセントを超えました。「あかり」の宇宙地図は、アメリカ、オランダ、イギリスが1983年に打ち上げた世界初の赤外線天文衛星「IRAS」による宇宙地図より数倍、解像度が高いものです。

画像の中心から帯状に左右に拡がる明るい部分は、私たちの銀河系の円盤部分を、その中にある地球から真横に見たものです。画面中心付近の明るくなっている部分が、私たちの銀河系の中心方向です。私たちの銀河系は渦を巻く円盤のような形をしており、その中にはマイナス200度C以下にもなる冷たいガスや塵がたくさん含まれています。赤外線は、可視光では見えないこうした冷たい物質の様子を調べることができます。

星がさかんに生まれている場所では、星の光が周囲の塵を暖め、より明るく赤外線で輝きます。明るい帯の中、あるいはそれから連なる部分には、そのような場所がいくつも見えています。私たちの銀河系のどの場所で、どれくらい活発に星が生まれつつあるかを、この画像は一目瞭然に示してくれます。

観測開始から1年

「あかり」がとら

この図は、株式会社アストロアーツのステラナビゲータを使用して
名古屋市科学館によって作成されました。

準天頂衛星のイメージCG

アンテナを約30〜50度傾けないと信号を受信できない静止衛星に比べ、準天頂衛星はほぼ真上から受信できる

GPSの位置情報をさらに補完・補強する
準天頂衛星システム

宇宙利用推進本部
準天頂衛星システム
プロジェクトチームの
寺田弘慈
プロジェクトマネージャ

衛星が地上に描く軌跡は8の字型。各国と連携して衛星の位置情報をモニターする計画

準天頂衛星システムは、複数の衛星を組み合わせることで、日本全国のどこにいてもビルや山陰などの影響を受けず、高精度の測位サービスを提供できるという計画です。数年後の打ち上げをめざして急ピッチで設計・開発が進む現状を、準天頂衛星システムプロジェクトチームの寺田弘慈プロジェクトマネージャから聞きました。

日本上空、ほぼ天頂からGPSの精度を高める役割

——準天頂衛星とはどのような衛星か、簡単にご説明ください。

寺田　準天頂の「準」というのは準ずるという意味です。日本のほぼ「天頂」(真上)を通る軌道をもつ衛星のことです。なぜ、このような衛星が必要かというと、これからの社会では「地理空間情報」というものが非常に大事になってくるということがあります。現在、この地理空間情報はアメリカのGPS(グローバル・ポジショニング・システム)によって得られており、カーナビなどに広く利用されています。しかし、GPSで実現できている精度はいろいろな制約の中で、実は20mとか10mといわれているのです。この精度を高めるという点で、準天頂衛星が役に立つのです。

　GPSを使って自分の位置を知るためには、GPS衛星が4機同時に見えていなければなりません。GPS衛星はバックアップも含めて30機が運用されているようです。それらの衛星を使って、常時4機以上見えるようにして測位をするのですが、日本は山間地だとか高い建物があるため、山陰やビル陰にさえぎられて一度に4機のGPS衛星を見ることができないことがあります。そのため、測位が可能となる時間が限られたり、精度が劣ったりしてしまいます。これ

を補うために、準天頂衛星を少なくとも常時1機、天頂付近に見えるようにしておくと、測位可能な時間が増えたり、衛星の配置が改善されることによって測位精度の向上が期待できます。GPS衛星というのは刻一刻配置が変わっていきますが、準天頂衛星が常に天頂付近に見えることで、地上から常に4機以上の測位衛星が見えるようにしたいという要求に応える役割を担っています。

――GPSを補完するということですね。

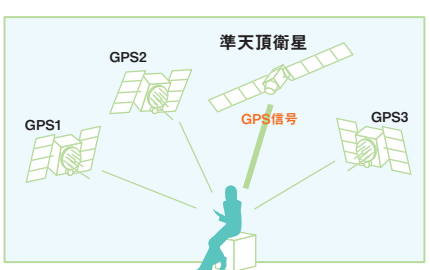
寺田　そうです。GPSを補完するということが、準天頂衛星システムの大きな目的の1つとなっています。

――GPSはアメリカの衛星です。そのサービスが使えなくなった場合にはどうなるのですか？

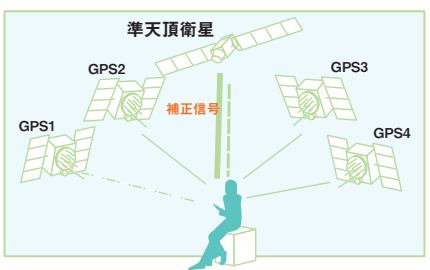
寺田　仮にGPSが使えなくなったとしても、将来、わが国独自の測位システムを構築する準備・発展性もこの計画の中には入っています。

GPSの位置情報を補完する役割をもつ

GPSの位置情報を補正する役割をもつ

将来は3機体制で24時間エンドレスの運用へ

――衛星の打ち上げはいつ頃に予定されていますか。

寺田　準天頂衛星システムの開発の進め方は、第1段階、第2段階と分かれています。いまJAXAが請け負っているのが第1段階で、衛星の初号機を1機打ち上げることです。その衛星が打ち上がった後、いろいろな評価をして、第2段階に進むことを決定するという段取りになっています。この計画はJAXAだけのものではなく、文部科学省、総務省、経済産業省、国土交通省の各省が取り組む大きなプロジェクトになっています。2009年を目標に初号機を打ち上げて技術実証を行い、その結果を評価した上で、第2段階で追加の2機を打ち上げて3機体制にしようという計画です。

――1機体制と3機体制はどう違うのですか。

寺田　準天頂衛星の軌道は通常の静止軌道を斜めに傾けて若干だ円にしたもので、日本の真上を通るようになっています。地上の軌跡は8の字型になります。1機だと1日のうち8時間は確実に天頂方向に準天頂衛星が見えているのですが、残りの16時間は、残念ながら日本から天頂方向には見えなくなってしまいます。3機になると8時間ごとに次の衛星がやってきて、常に準天頂に1機が見えている状態になるのです。

――衛星の開発は今どういう段階なのでしょうか。

寺田　測位を行う高精度測位実験システムは、2003年から研究開発を開始し、現在地上試験モデルの試験を行っているところです。一方、衛星全体は、いままさに基本設計を終えて、詳細設計に入っていくという段階です。衛星本体は「きく8号」と同じものを基本に使っているので、あまり新しい開発要素は入らず、衛星開発を非常に短い時間でやろうとしています。来年末ぐらいからはいわゆるフライト品の製作・試験を本格的に進めていくことになると思います。

アジア・オセアニア地域にモニタ局を置き衛星と連携

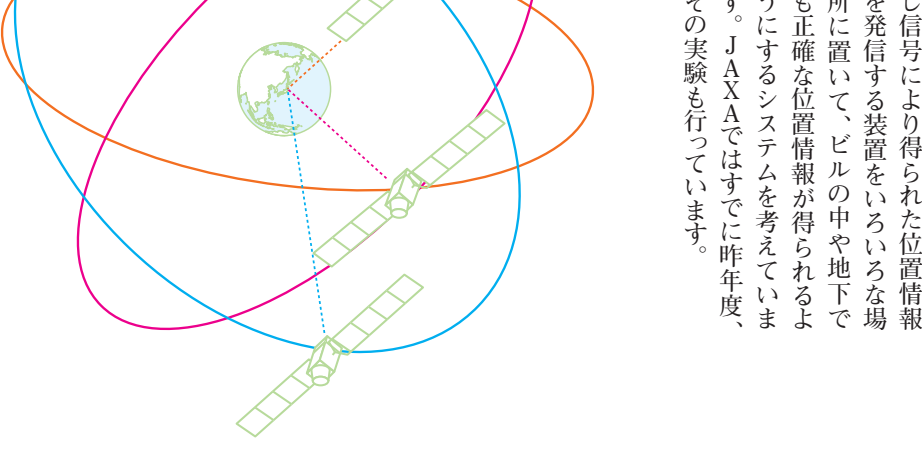
――GPSの補完以外に、どのような実験が行われますか。

寺田　準天頂衛星のミッションは大きく3つあります。まず、先ほどからご説明しているGPSの「補完」です。次にGPSの「補強」というのがあります。これはGPSの測位情報をもっと精度の高いものにしようという試みです。3番目が「次世代基盤技術の修得」で、GPSと同じ信号以外に、もう1つ別の実験用の信号を出します。これを使って何か新しい実験ができないか検討しています。

――地上から準天頂衛星をモニタする体制がとられるようですね。

寺田　準天頂衛星をユーザーが利用する場合は、この衛星がどこを飛んでいるかというきちんとした情報をもっていなければなりません。そのためには、地上でモニタした局が、その衛星がどこを飛んでいるかを把握しなければいけないのです。いろいろな方向から見たほうが正しい情報が得られるので、日本だけでなく、インド、ハワイ、グアム、バンコク、オーストラリアにもモニタ局を置いて観測しようとしています。

――準天頂衛星の3機体制が実現すると、ビル街でも常に精度の高い位置情報が得られることになりますね。

寺田　そうです。3機のGPS衛星からしか情報を受けていないという状態はなくなります。私たちがその先に考えているのは、シームレスな測位環境ということです。というのは、GPSや準天頂衛星からの信号は、屋内や地下街へ届かないためです。そこで、準天頂衛星やGPSと同じ信号により得られた位置情報を発信する装置をいろいろな場所に置いて、ビルの中や地下でも正確な位置情報が得られるようにするシステムを考えています。JAXAではすでに昨年度、その実験も行っています。

将来は3機体制をめざす

大気球でめざす「宇宙」

三陸大気球観測所で行われる最先端の科学観測

大空に浮かび、風に揺られて空中散歩――。「気球」と聞くと、そんなのどかな光景を思い浮かべるが、科学観測や宇宙工学実験においても重要な役割を担っていることはあまり知られていない。毎年10～15機、1971年以来の合計で400機以上の大気球を打ち上げてきた三陸大気球観測所で行う観測や実験の最前線について、宇宙科学研究本部・大気球観測センターの吉田哲也教授に話を聞いた。

三陸大気球観測所

旅客機の飛行高度を軽く超える53kmの高度世界記録を達成

「このフィルムがいちばん薄いものです。これを扱う現場では、引っかけないように爪も伸ばさない。指輪も時計もしないんです」

そう言って吉田教授がもってきたのは、厚みが2・8ミクロンのポリエチレン。スーパーのレジ

2002年、無人気球で世界高度記録53.0kmを達成

2.8ミクロンの極薄ポリエチレンをもつ吉田教授

袋の約6分の1という薄さだ。指にふわふわとまとわりつき、エアコンの風にさえ大きく揺れるこの繊細な素材が、気球のバルーンになるという。

科学観測用の大型気球「大気球」。一般に知られる熱気球と異なり、ヘリウムガスを使用する無人気球である。岩手県にある三陸大気球観測所では36年間にわたり、これまで400機以上の大気球が空へ放たれてきた。

2002年にひと回り厚い3・4ミクロンの気球で達成した世界記録は53㎞。成層圏を越え、その上の中間圏に達する高さだ。旅客機の飛行高度が10㎞ほどであることを考えると、その数値がいかに飛び抜けているかがわかる。もはや地球ではなく、「宇宙の縁(へり)」と言える高度だ。軽量化を図ることでより高く上昇する「薄膜型の高高度気球」の分野は、日本の独擅場なのである。そして現在、JAXAは、より薄い2・8ミクロンのフィルムで気球をつくり、より高く気球をあげようと挑戦を続けている。

バルーンは直径数十mのものから東京ドームほどになる巨大なものまで、さまざまな種類がある。その下にはパラシュートと観測器などが取り付けられる。上空で観測が終わると観測器はバルーンから切り離され、パラシュートで降りてくるという仕組みだ。同時にバルーンも破壊されて、降下したところを回収される。大気球はこれまでどのような観測を可能にしてきたのだろうか。

ロケットや人工衛星にはできない大気球ならではの実験

「ロケットとはちがい、その場に長く留まることができる気球ならではの観測や実験がいろいろ行われています。1つは大気そのものをその場で観測、または回収すること。オゾンや温暖化ガスの継続的観測ができるんです。※クライオサンプリングという技術があるんですが、それは液体ヘリウムで空気を凍らせて取ってくるんですよ。空気をそのまま回収するだけでは小さな体積しか取れませんから、容器の中を真空にしておいて、空気をそこにどんどん引っ張ってきて凍らせるわけです」

成層圏をあっという間に突き抜けてしまうロケットには不可能な作業だ。大気球は時速17〜18㎞ほどの速度で上昇していくが、バルーンの排気弁やバラスト(重り)のコントロールにより、その途中で止まることやゆっくりと上昇下降させることも可能である。今年6月には、上昇時、下降時合わせて11か所で、それぞれの大気のクライオサンプリングを実施したという。

2つ目は、宇宙工学実験。大気球を「実験室」として活用し、燃料電池などの環境試験、無重量実験などを行うものである。今年では5月に無重力実験機が搭載され、35秒間に及ぶ無重力状態をつくることに成功した。

「無重力実験では、二重カプセル構造にした実験体を高度40㎞くらいから自由落下させます。そして内部が外側にぶつからないように、モニターしながらコントロールします。無重力状態をつくるものとしては落下塔や飛行機の弾道飛行などもありますが、大気球は落下塔よりも長時間、飛行機より質の高い無重力状態をつくることができるんです」

そして3つ目は、宇宙の観測で

※クライオサンプリング：クライオジェニックサンプラーによる成層圏大気の観測。20〜35㎞のさまざまな高度の成層圏大気を凍結させて採集する実験を定期的に行い、大気中の成分を分析し、その高度分布や時間変動をモニターする。フロンガスの濃度や二酸化炭素の増大傾向など、環境の研究に大きな成果を上げている。

今年6月4日に行われた成層圏大気のクライオサンプリング。落下した観測器はヘリコプターにより、また気球は回収船によって回収する

ある。地上より大気が薄い上空であれば、宇宙からやってくるX線やガンマ線、赤外線、宇宙線などをより高精度に観測することができる。大気球の積載重量は最大約2トン。望遠鏡なら何と全長10m級のものを搭載することも可能である。

チャレンジ精神で最先端の実験 将来の大型計画に役立てる

このようにして、国内では年間10機ほどが放球されて成果を上げている大気球。吉田教授が感じる気球の魅力、面白さとは何だろうか。

「大気球による実験はロケットや人工衛星の打ち上げに比べて非常に安いコストで行えるので、大学院生たちもみずから実験に参加できます。彼らは自分でハンダ付けをして観測器をつくりますし、特に白衣などを着ることもなく、ジーパンで作業をしています。クリーンルームなどを使っているわけでもないんですよ。大気球だからそうやって参加できる。それが教育につながる。ぼく自身が本当にそうやって教育されてきたんですね。

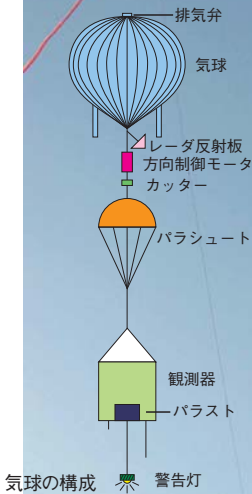
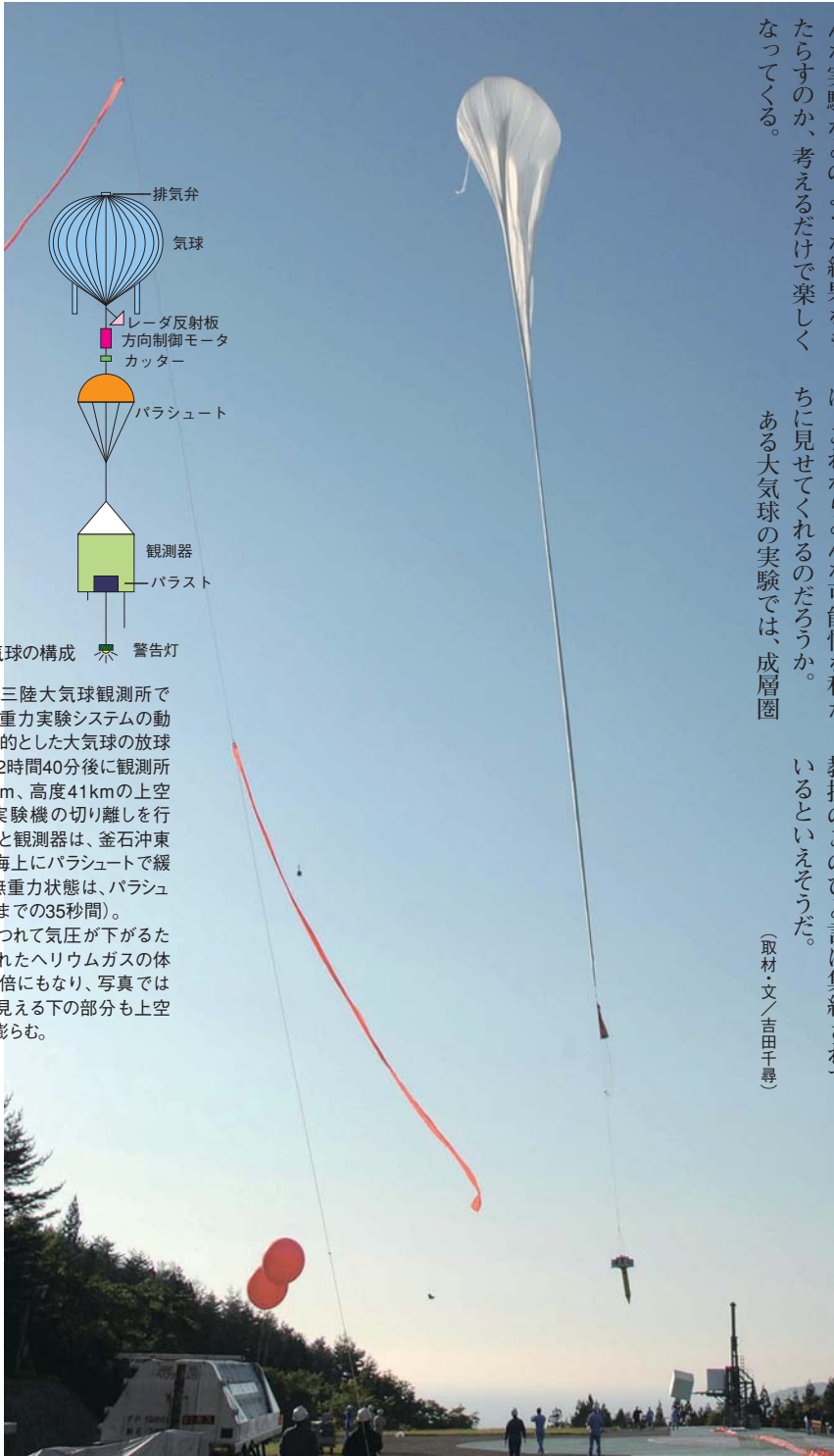
それに、多少のリスクがあっても、枯れた技術でなく最先端のものを使って実験ができる。でもここで始まった技術というのが将来の大型計画に役立っていくわけですから、こういった場は、科学では絶対に必要であり、非常に価値あることだと思っています」

吉田教授のアイデアの1つに、大気球のゴンドラを30cm四方、12個ほどに分割し、各スペースに通信線を付け、中高生や大学生が好きな実験装置を載せて飛ばすというものがある。実現した時、どんな実験がどのような結果をもたらすのか、考えるだけで楽しくなってくる。

この秋、三陸大気球観測所は36年に及ぶ歴史の幕を閉じ、大気球の実験施設は北海道の大樹町へと移転することになった。気球の大型化や環境の変化に伴い、現在の施設では対応が難しくなってきたためである。大樹町の施設は47ヘクタールの広大な面積をもつ。より大きな新天地で上げられる気球は、これからどんな可能性を私たちに見せてくれるのだろうか。

ある大気球の実験では、成層圏に微生物がいるかどうかについても調べているという。存在すれば、大発見だ。果たして、いると思いますか？という質問に、笑顔で「いたら面白いでしょう?」という答えが返ってきた。「安いコストと柔軟な実験環境を活かして、野心的な実験にとにかく挑戦できる」という大気球の魅力は、吉田教授のこのひと言に集約されているといえそうだ。

（取材・文／吉田千尋）

排気弁
気球
レーダ反射板
方向制御モータ
カッター
パラシュート
観測器
バラスト
警告灯

気球の構成

5月29日に三陸大気球観測所で行われた無重力実験システムの動作試験を目的とした大気球の放球の様子。約2時間40分後に観測所の東方80km、高度41kmの上空で無重力実験機の切り離しを行い、実験機と観測器は、釜石沖東方20kmの海上にパラシュートで緩降下した（無重力状態は、パラシュートが開くまでの35秒間）。
上昇するにつれて気圧が下がるため、注入されたヘリウムガスの体積は約200倍にもなり、写真では紐のように見える下の部分も上空でゆっくり膨らむ。

高層から観測した雷。
画面左のかなり大きな発光が「普通の雷」でその上にぼんやりと高層雷（＝矢印）が写っている。

JAXAのここが聞きたい

宇宙飛行士の訓練プログラムは？

来年から日本人宇宙飛行士が参加する「きぼう」日本実験棟の組み立てミッションが始まります。土井隆雄・星出彰彦宇宙飛行士による2回の組み立てミッションに続き、若田光一宇宙飛行士は建設中の国際宇宙ステーションに約3か月間滞在し、3回目の組み立てミッションを担当します。今回は、こうしたミッションに向けた「宇宙飛行士訓練プログラム」についてご紹介します。

スペースシャトル搭乗のための訓練と国際宇宙ステーション長期滞在のための訓練がある

宇宙飛行士の訓練にはスペースシャトルに搭乗するための訓練と、国際宇宙ステーションに長期滞在し、実験等を実施するための訓練と、2種類の訓練があります。

スペースシャトルに搭乗する宇宙飛行士は、コマンダー（船長）、パイロット及びミッションスペシャリスト（MS：搭乗運用技術者）に区分され、NASA（米国航空宇宙局）が行っているMS基礎訓練コース、通称ASCAN訓練（AStronaut CANdidate＝宇宙飛行士候補者）を受け、宇宙飛行士としての認定を受けた後、ミッション割り当て待機期間中の訓練を経て、搭乗が決まった際にはそのミッション固有の訓練を受けることになります。

国際宇宙ステーションの組み立てで中心的な役割を担うのはMSであり、土井・星出・若田の3宇宙飛行士ともこのMS訓練を修了し、MSとしての認定を受けています。

国際宇宙ステーション搭乗日本人宇宙飛行士が受ける訓練の流れ

アドバンスト訓練とインクリメント固有訓練との間にブランクが生じることがあり得るため、その間の知識や技能レベルの維持・向上のためにリフレッシャー訓練（技量維持向上訓練）が挿入されます。この訓練期間はケース・バイ・ケースであるため、他の訓練のように予め期間が定められてはいません。

各国宇宙機関の「基礎訓練」を経て「国際宇宙ステーション搭乗宇宙飛行士」に認定

次に国際宇宙ステーションに長期滞在し、実験等を実施するための訓練についてご説明します。

まず宇宙飛行士候補者は、どのミッションにも必要となる「基礎訓練」を受けます。

基礎訓練は、国際宇宙ステーションに滞在するために必要な科学的・技術的な基礎知識や技能、語学力、体力、心構えなどを習得するもので、約1年半にわたって実施されます。この訓練は、その後のさらに高度な訓練を円滑に進めるための知識の習得も兼ねています。

基礎訓練は、その宇宙飛行士候補者が所属する宇宙機関（日本ではJAXA）が責任をもって実施します。基礎訓練を終了した宇宙飛行士候補者が、「国際宇宙ステーション搭乗宇宙飛行士」として認定されるのです。

筑波宇宙センターで船外活動の模擬試験を行う古川聡宇宙飛行士

NASAで行う「アドバンスト訓練」と実践に即した「インクリメント固有訓練」

基礎訓練を終えた宇宙飛行士は、次なる「アドバンスト訓練」に臨みます。この訓練は、約1年間かけて国際宇宙ステーションに関する一般的なシステム運用を学ぶもので、NASAの施設で海外の宇宙飛行士と共に行います。また、「きぼう」日本実験棟のシステム運用訓練については筑波宇宙センターで行い、日本人宇宙飛行士のみならず、海外の宇宙飛行士も参加します。

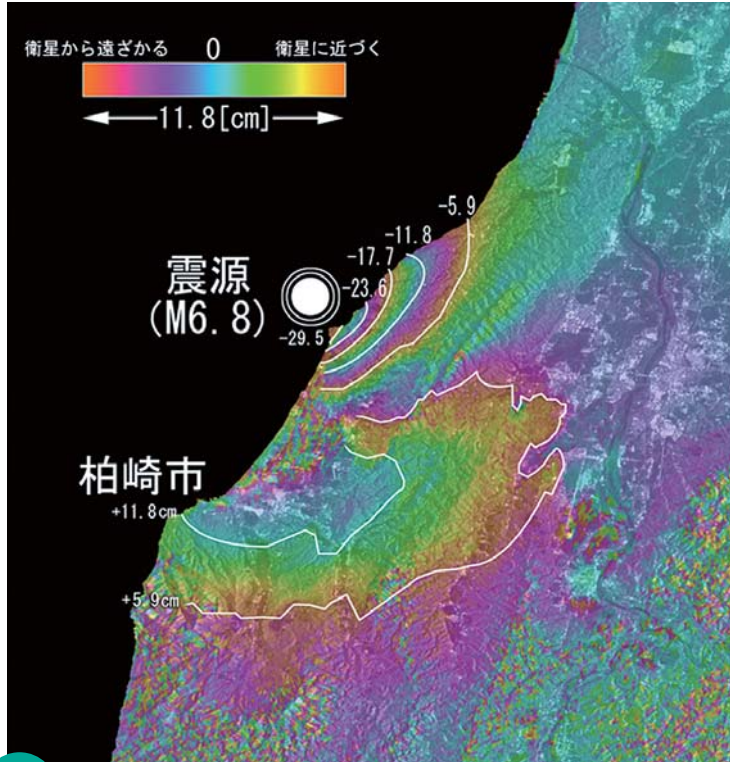
その後は、実際の飛行が決まった宇宙飛行士が、自分に与えられた具体的な任務の遂行に必要となる、実践に即した「インクリメント固有訓練」で総仕上げを行います。訓練期間は約1年半で、ペイロードごとに固有の訓練や運用訓練、国際宇宙ステーション全体の統合訓練などを海外の施設で、また「きぼう」での各種実験訓練やメンテナンス訓練、運用管理や統合訓練を筑波宇宙センターで実施します。

次号では、どんな訓練を行うのかもう少し具体的にご説明します。

最前線

INFORMATION 1

「だいち」が観測した新潟県中越沖地震の地殻変動

震源周辺の地殻変動

7月16日午前10時13分頃、新潟県中越沖（新潟市の南西約60km）の深さ約17kmを震源として発生した「平成19年（2007年）新潟県中越沖地震」の被災地の地殻変動パターンを、このほど公開しました。これは、陸域観測技術衛星「だいち」搭載の合成開口レーダ「パルサー」（PALSAR）が7月19日に取得した画像と、今年1月16日に同じパルサーが取得していた画像データを、2回の観測の距離の差から地殻の変動分を割り出す「差分干渉処理」して得た地殻変動図です。衛星と地面の間の距離の伸び縮み具合を色で表しており、震源のすぐ東の陸域を中心とした地域では、衛星と地面の距離が最大約30cm近づいた（隆起した）ことがわかります。また、その南側の地域では、逆に衛星と地面の距離が約15cm離れた（沈降した）ことが観測されました。

上／山崎宇宙飛行士のミニミニ宇宙学校
下／キャンパスの中庭で行われた水ロケット打ち上げ大会

INFORMATION 2

相模原キャンパスで一般公開

ミニミニ宇宙学校など開催

毎年恒例の相模原キャンパス（神奈川・相模原市）の一般公開が、今年も7月21日に行われました。今回は、山崎直子宇宙飛行士も授業に参加したミニミニ宇宙学校や、9月に打ち上げ予定の「かぐや」直前情報のほか、「あかり」「ひので」「すざく」「はやぶさ」の最新画像の公開、水ロケットの工作・打ち上げなど盛りだくさんの内容。いつもは見られない施設の公開や、最新の研究内容を見に、家族連れなど1万6200人が来場してキャンパスは終日の賑わいを見せました。

INFORMATION 3

子ども衛星アイデアコンテストの入賞作品が決定

表彰式に集まった入賞者たち

「今はまだないけど、こんな衛星があったらいいな」と思う衛星をイラスト（絵画）やクラフト（工作）で募集する「子ども衛星アイデアコンテスト～キミのアイデアが宇宙開発の未来をひらく！～」の審査がこのほど終わり、7月21日、一般公開中の相模原キャンパスで表彰式が行われました。小中学生のグループ・個人を対象にしたこのコンテストは、昨年に続く2回目の開催ですが、応募総数は昨年の221作品の3倍以上の761作品と急増。小学校低学年と高学年、中学生の3区分で、個人のイラスト、そしてグループのイラストとクラフト部門に対し、それぞれ最優秀賞と優秀賞が選ばれました。

J A X A

INFORMATION 4

今年度冬期打ち上げ予定

「WINDS」筑波で機体を公開

今年度冬期の打ち上げに向けていよいよ最終準備段階に入っている超高速インターネット衛星「WINDS」の機体を6月26日、筑波宇宙センターで公開しました。「WINDS」は、宇宙と地上のネットワークをつなぎ、衛星を使った最大1.2Gbpsの超高速によるデータ通信を可能にする技術をもつなど、「いつでも、どこでも、だれでも」必要な情報が得られる社会の実現をめざして開発されています。

公開された「WINDS」

INFORMATION 5

「きみも衛星の名付け親になろう!」

8月26日まで「WINDS」の愛称を募集中

JAXAと情報通信研究機構（NICT）が共同で開発している超高速インターネット衛星「WINDS」に対し、広く親しみをもっていただけるよう、愛称の募集を行っています。選定愛称のご提案者の中から抽選で1組2名様を種子島宇宙センターでのWINDS打ち上げ見学にご招待します。愛称は、衛星の内容をイメージでき、ひらがな、もしくはカタカナで、発音しやすいことなどが条件。応募締切は8月26日で、はがき、インターネット、携帯電話で応募可能です。詳しくは、WINDS愛称募集キャンペーン事務局（TEL03・5200・1309）まで。

愛称募集の告知チラシ

●インターネット https://www.boshu-jaxa.jp/winds/

●携帯電話 http://mobile.jaxa.jp

INFORMATION 6

「JAXAクラブ」ウェブサイト 7月2日からオープン

7月2日、宇宙航空をもっと身近に感じ、楽しみながら、宇宙への興味をもつことができる、新しいインターネットサービス「JAXAクラブ」を開始しました。これまで宇宙航空分野に興味はあるが近づきがたいとか、JAXAウェブサイトは少し難しいといった感想をもっていた方々を対象にしており、青少年向けニュースとリンク集に、動画ニュースを加えた「誰でも気軽に見られるサイト」と、「JAXA宇宙検定」や「会員ひろば」等の会員参加型コンテンツを設けた「会員専用サイト」の2つで構成されています。夏休み中にぜひご家族での会員登録をお待ちしています。

●「JAXAクラブ」ウェブサイト http://www.jaxaclub.jp/

「JAXAクラブ」ウェブサイト

JAXA's 015 宇宙航空研究開発機構機関誌

発行企画●JAXA（宇宙航空研究開発機構）
編集制作 ●財団法人日本宇宙フォーラム
デザイン ●Better Days
印刷製本 ●株式会社ビー・シー・シー

平成19年8月1日発行

JAXA's 編集委員会
委員長 的川泰宣
副委員長 矢代清高
委員 阪本成一
寺門和夫
顧問 山根一眞

H-ⅡAロケット打ち上げ見学ポイント

9月に予定されているH-ⅡAロケット13号機による月周回衛星「かぐや(SELENE)」の打ち上げ当日は、種子島宇宙センター全域と、打ち上げ射点を中心に半径3km以内が立ち入り禁止となります。センターの外で3km以上離れた場所であれば、ロケットの打ち上げを自由に見ることができます。

※種子島の画像は、昨年6月20日に「だいち」が撮影したもの

長谷展望公園

公立種子島病院のすぐ東に位置する公園です。駐車場から芝生の方向へ歩いて行くと、目の前に射場の全景が広がります。障害物が何もなく、トイレ等も整備されており、打ち上げ観賞に最適の場所です。

上里

国道75号線の近くの「上里」という地区から打ち上げを見ることができます。距離的には比較的宇宙センターに近いのですが、展望所として整備されている場所がなく、少し不便かもしれません。

前之峯グランド

南種子町内でいちばんの繁華街「上中」にあるグランドからもロケットの打ち上げを見ることができます。射点がちょうど山に隠れてしまうためリフトオフの瞬間は見られませんが、まわりに障害物が一切なく、きれいに打ち上げを見ることができます。

宇宙ヶ丘公園

前之峯グランドより南に位置する公園です。ここでは、ほぼ正面のロケットが空へ打ち上がる様子を見ることができます。アスレチックのような建造物があり、そこへ登って見ることもできます。

門倉岬

島の南西端にある鉄砲伝来の地として有名な岬です。射点から少し遠いですが、海を一望できるとてもきれいなところです。岬の先からロケットが打ち上がる様子を長時間見られます。

宇宙航空研究開発機構
Japan Aerospace Exploration Agency

広報部　〒100-8260 東京都千代田区丸の内1-6-5
丸の内北口ビルディング2階
TEL:03-6266-6400　FAX:03-6266-6910
JAXAホームページ http://www.jaxa.jp
メールサービス http://www.jaxa.jp/pr/mail/